

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Křižovatka silnic II/448 a II/449 v Drahanovicích

Intersection of Roads II/448 and II/449 in Drahanovice

Student:

Hana Dašková

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra dopravního stavitelství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Hana Dašková**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607R042 Dopravní inženýrství

Téma: **Křižovatka silnic II/448 a II/449 v Drahanovicích**  
**Intersection of Roads II/448 and II/449 in Drahanovice**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce silnic II/448 a II/449 v Drahanovicích (okres Olomouc) a vhodnost současného uspořádání. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýzu dopravní nehodovosti, videoanalýzu konfliktních situací atp.). Budou provedeny potřebné kapacitní výpočty (současného i výhledového stavu), návrhy úprav zadané křižovatky a simulační modely v programu PTV VISSIM.

### Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

*TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky*. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9.

*TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.

*TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: Technické podmínky*. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

*TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky*. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01.

*TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky*. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8.

ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* (vč. změn)

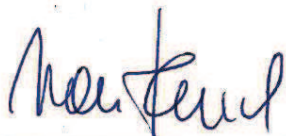
*Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM*

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**


Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016



---

Ing. Ivan Fencel, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*

Prohlašuji:

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 2. 5. 2016 .....

..... Dašková .....

Hana Dašková

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 2. 5. 2016 .....

..... Dašková .....

Hana Dašková

## **Anotace**

DAŠKOVÁ, Hana. *Křižovatka silnic II/448 a II/449 v Drahanovicích*. Ostrava, 2016. 45 s. Bakalářská práce. VŠB – TU Ostrava. Vedoucí práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Předmětem této bakalářské práce je návrh úpravy neřízené, průsečné křižovatky silnic II/448 a II/449 v Drahanovicích. Cílem práce je zvýšení bezpečnosti a tudíž snížení rizika vzniku dopravní nehody, které plyne z nejasné psychologické přednosti. Z geometrického uspořádání komunikací není zcela zřejmé, která komunikace je hlavní a která je vedlejší. Navrhuji dvě varianty řešení, z nichž jedna je úprava průsečné křižovatky na okružní a druhá spočívá v osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením. Součástí práce je dopravní průzkum.

## **Annotation**

Subject of this Bachelor Thesis is a design of uncontrolled intersection of roads II/448 and II/449 in Drahanovice. The aim is to increase the security and therefore reduce the risk of traffic accidents, which results from the unclear psychological right of way. From geometrical arrangement of the roads is not entirely clear which is the main road and which is the side road. I suggested two solutions. The first one is to create a roundabout and the second one is to place the traffic lights on existing intersection. Traffic survey is a part of the thesis.

## **Klíčová slova**

silnice II/448 a II/449, křižovatka v Drahanovicích, okružní křižovatka, světelně řízená křižovatka, psychologická přednost

## **Key words**

roads II/448 and II/449, intersection in Drahanovice, roundabout, traffic light controlled intersection, psychological right of way

## OBSAH

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ.....	7
SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN .....	8
1. ÚVOD .....	11
2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU A OKOLÍ .....	12
2.1 Dopravní průzkum .....	17
2.2 Prognóza intenzit .....	19
3. VÝPOČET KAPACITY NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY .....	23
3.1 Kapacita pro výchozí rok 2015 .....	24
3.2 Kapacita pro výhledový rok 2035 .....	28
4. NEHODOVOST A KONFLIKTNÍ SITUACE.....	30
4.1 Analýza nehodovosti .....	30
4.2 Videoanalýza konfliktních situací .....	31
5. VARIANTA 1 – OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA.....	34
5.1 Geometrické uspořádání .....	34
5.2 Kapacita .....	37
6. VARIANTA 2 – ŘÍZENÁ KŘÍŽOVATKA .....	39
6.1 Geometrické uspořádání .....	39
6.2 Návrh signálního plánu.....	40
6.3 Kapacita .....	41
7. ZÁVĚR.....	42
7.1 Simulace v programu PTV VISSIM.....	42
7.2 Ekonomické zhodnocení variant .....	42
7.3 Srovnání vhodnosti variant .....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	46
SEZNAM TABULEK .....	48
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	49
SEZNAM VÝKRESŮ .....	50
SEZNAM PŘÍLOH .....	50



## SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

A	autobusy
ČSN	česká státní norma
KS	konfliktní situace
M	motocykly
N	nákladní automobily
O	osobní automobily
OK	okružní křižovatka
pvoz	přepočtená vozidla
SSZ	světelné signalizační zařízení
TP	technické podmínky
ÚKD	úroveň kvality dopravy
Koef.	koeficient

## SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

$I_h$	hodinové intenzity dopravy v době průzkumu [voz/h]
$a$	Podélný sklon vjezdu [%]
$a_{vi}, a_{vj}, a_{vk}$	$(= \frac{I_i}{C_i}, \frac{I_j}{C_j}, \frac{I_k}{C_k})$ stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k [-]
$C_e$	kapacita výjezdu [pvoz/h]
$C_i$	je kapacita vjezdu [pvoz/h]
$C_i, C_j, C_k$	kapacita jízdního proudu i, j, k [pvoz/h]
$C_L$	kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem [pvoz/h]
$C_{L1}$	dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h]
$C_{L2}$	dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h]
$C_n$	kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h]
$C_n$	kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h]
$C_n, vpravo$	kapacita společného pruhu [pvoz/h]
$C_s$	kapacita na stopčáře [pvoz/h]
$C_v$	kapacita vjezdu [pvoz/h]
$f$	podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu (0 až 1) [-]
$G_n$	základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h]
$i$	dopravní proudy 1 a 7 [-]
$I_{0i}$	výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h]
$I_H$	rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h]
$I_i, I_j, I_k$	intenzita dopravního proudu i, j, k [pvoz/h]
$I_k$	intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h]
$I_n$	intenzita dopravního proudu $n$ [pvoz/h]
$I_{sh}$	intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]
$I_{vi}$	výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h]
$j$	dopravní proudy 2 a 8 [-]
$k$	dopravní proudy 3 a 9 [-]
$k_{0i}$	koef. vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]
$k_{obl}$	koeficient oblouku [-]
$k_{pi}$	koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]

$k_R$	ukazatel relativní konfliktnosti [KS/100vozidel]
$k_{skl}$	koeficient sklonu [-]
$k_{vi}$	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]
$L$	celkový ztrátový čas za cyklus [s]
$l$	ztrátový čas pro každou fázi [s]
$L_n$	najížděcí dráha [m]
$l_u, vpravo$	délka úseku společného pruhu pro možnost zastavení v pruhu pro odbočování vpravo nebo v rozšířeném vjezdu [m]
$L_v$	vyklizovací dráha [m]
$L_{voz}$	délka vyklizujícího vozidla [m]
$n$	dopravní proudy 1, 7, 6, 12, 5, 11, [-]
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdu neřízené křižovatky (95 % času během časového intervalu je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$ ) [m]
$N_A$	počet míst k najetí do křižovatky a zastavení při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočujícími vlevo [pvoz]
$n_{e,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu (pro jednopruhové výjezdy $n_{e,koef} = 1,00$ ) [-]
$n_{i, koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu (jednopruhové vjezdy $n_{i, koef} = 1,0$ ) [-],
$n_k$	počet jízdních pruhů na okruhu [-],
$n_p$	počet řadicích pruhů, které společně tvoří jeden vjezd [-]
$p_0$	pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů, [-]
$p_{0n}^{**}$	pravděpodobnost nevzdutého stavu ve společném pruhu na hlavní komunikaci v případě, že na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočování vlevo [-]
$P_{KS}$	počet KS za hodinu (první znak má hodnotu 4 – 8) [KS . h <sup>-1</sup> ]
$p_x$	pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1 a 7, [-]
$p_z$	pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1, 7, 5 nebo 1, 7, 11, [-]
$R$	poloměr oblouku pro odbočení [m]
$R_e$	poloměr výjezdu [m].
$Rez$	rezerva kapacity, [pvoz/h]
$S_i$	saturovaný tok jednoho řadicího pruhu [pvoz/h]
$S_v$	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]

$S_{zákl}$	základní saturovaný tok = 2 000 pvoz/h
$t_b$	bezpečnostní doba [s]
$t_c$	délka cyklu [s]
$t_{c,opt}$	optimální cyklus [s]
$t_g$	kritický časový odstup [s]
$t_{gi}$	kritický časový odstup [s]
$t_m$	mezičas [s]
$t_n$	najížděcí doba [s]
$t_v$	vyklizovací doba [s]
$t_w$	střední doba zdržení, [s]
$v_{85\%}$	rychlost jízdy $v_{85\%}$ , rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85% vozidel [km/h]
$V_n$	najížděcí rychlost [m/s]
$V_v$	vyklizovací rychlost [m/s]
$Y$	celkový stupeň saturace [-]
$y$	stupeň saturace [-]
$z$	délka zeleného signálu [s]
$z'$	délka efektivní zelené [s]
$\Delta$	minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za

# 1. ÚVOD

Hlavním problémem křižovatky silnic II. třídy 448 a 449 ležící v obci Drahanovice je nejasná psychologická přednost. Ramena křižovatky jsou rovnocenná a nepozorný řidič si nemusí být jistý, zda je na hlavní, nebo vedlejší komunikaci. Proto je vhodné navrhnout úpravu, která by eliminovala riziko nedání přednosti.

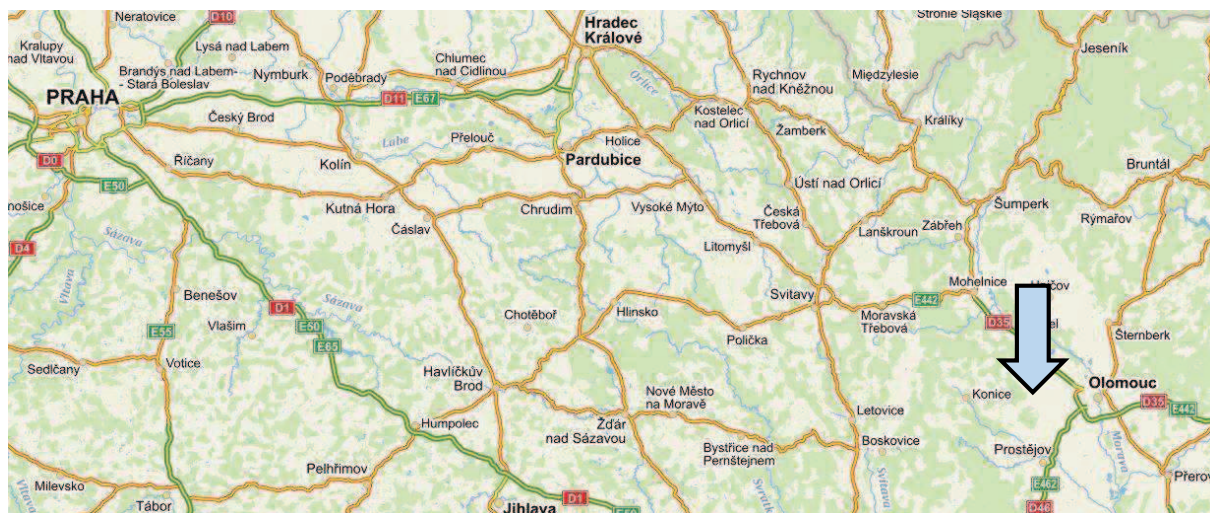
Toto téma jsem si vybrala pro svou bakalářskou práci, neboť se daná křižovatka nachází v místě mého bydliště, tudíž s ní mám četné zkušenosti. Při jejím průjezdu mnohdy řidič zažije nepříjemný zážitek v podobě strachu, zda řidič na vedlejší pozemní komunikaci zastaví své vozidlo, či nikoliv. Nebývá také výjimkou, že se řidič, který by měl dávat přednost, na poslední chvíli rozhodne projet křižovatkou.

V minulosti byla snaha o řešení tohoto problému. Na vedlejší komunikaci došlo ke zdvojení svislého dopravního značení s retroreflexním podkladem a přidání vodorovného dopravního značení – psychologická optická brzda, nápis na vozovce „STOP“ a symbol svislé dopravní značky „Stůj, dej přednost v jízdě!“ Ani to však nezabránilo vzniku dalších nehod. V současné době se zpracovává nový územní plán obce, kde by měla být tato problematika řešena.

První část práce se zabývá popisem a analýzou stávajícího stavu a jeho nedostatků. Navazuje druhá část, ve které navrhuji dvě varianty úprav a specifikuji jejich uspořádání. Závěrem provádím zhodnocení navržených variant, srovnání se stávajícím stavem a jejich simulaci v programu PTV VISSIM.

## 2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU A OKOLÍ

Obec Drahanovice se nachází 13 km západně od okresního města Olomouce mezi přírodními parky Velký Kosíř a Terezké údolí. Rozloha obce je 13,66 km<sup>2</sup> a skládá se z pěti částí (Luděrov, Střížov, Kníničky, Lhota pod Kosířem, Drahanovice). Žije zde přibližně 1700 obyvatel [1].

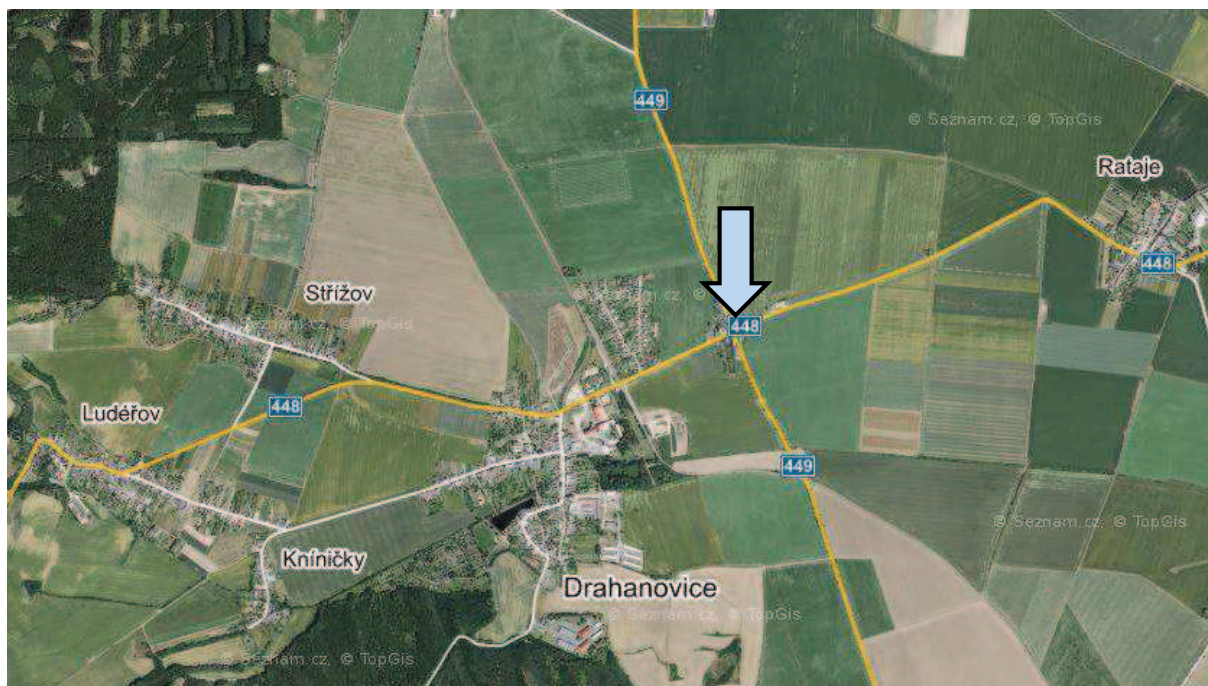


Obrázek 1 - Poloha obce [2]

Vybraná křižovatka je situovaná na východním konci obce v místní části nazývané Nová. Jedná se o neřízenou průsečnou křižovatku s téměř pravým úhlem křížení. Protínají se zde silnice krajského i místního významu II. třídy.

Přičemž silnice II/449 je vedlejší pozemní komunikací upravená svislou dopravní značkou „Stůj, dej přednost v jízdě!“ a tvoří hlavní tah z Prostějova do Litovle. Silnice II/44 je hlavní pozemní komunikace plnící funkci průtahu obcí. V roce 2010 došlo na hlavní komunikaci v úseku Drahanovice – Těšetice k obnově konstrukčních vrstev, při zachování původní šířky. Obě silnice jsou dvoupruhové, směrově nerozdělené. Kategorie komunikací není z šířkového uspořádání zřejmá.

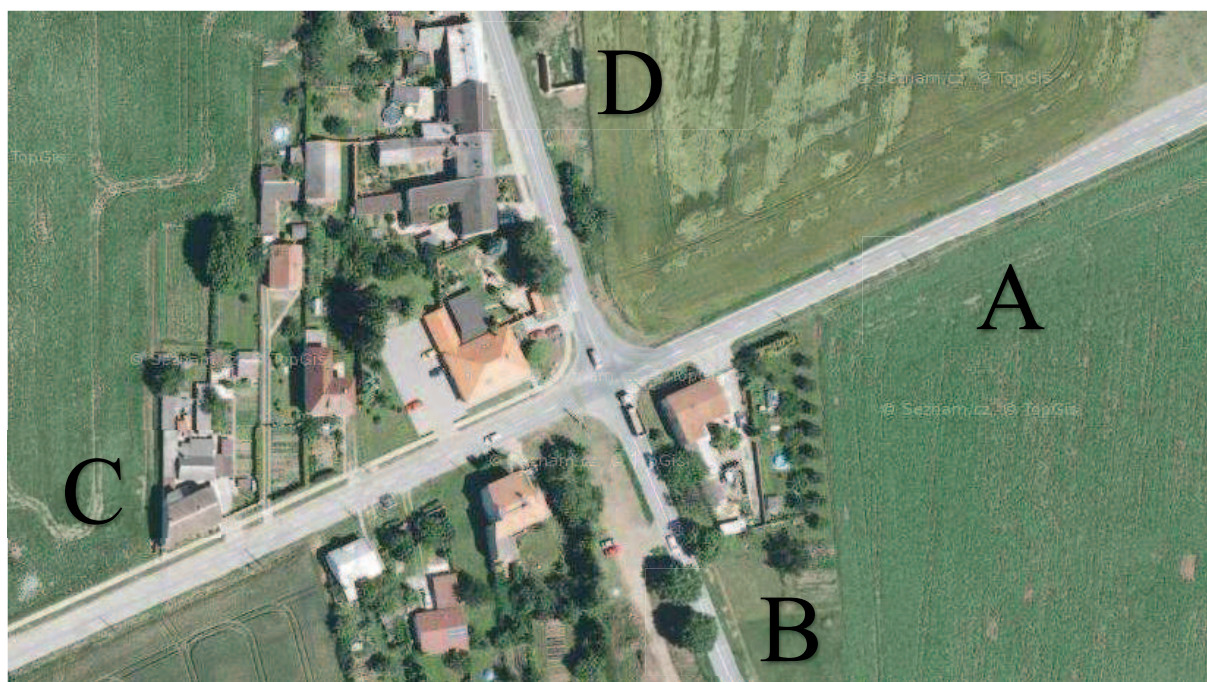




**Obrázek 2 - Poloha křižovatky [2]**

Křižovatku obklopuje ze tří stran obytná zástavba. Mezi rameny C, D se nachází budova restaurace s parkovištěm. V extravilánu obce se nachází čerpací stanice. Nedaleko křižovatky jsou umístěny autobusové zastávky.

Ramena křižovatky jsem označila písmeny A, B, C, D, ve směru hodinových ručiček. Začala jsem vpravo na hlavní komunikaci.



**Obrázek 3 - Letecký snímek současného stavu s popisem ramen [2]**

### **Silnice II/ 448 - rameno A**

Tato část hlavní komunikace je po rekonstrukci, má celkovou šířku 6,2 m a jako na jediné jsou zde vyznačeny vodící proužky vodorovnou dopravní značkou V4. Nejvyšší povolená rychlost je 50km/h.



**Obrázek 4 - rameno A**

### **Silnice II/ 448 - rameno C**

Po výstavbě kanalizace v roce 2015 byla položena nová obrušná vrstva v levém jízdním pruhu, tím došlo k odstranění vodorovného značení, které nebylo doplněno. Šířka komunikace je 7,8 m. Po levé straně komunikace ve směru z obce vede chodník šířky 1,5 m. Nejvyšší povolená rychlost je 50 km/h.





**Obrázek 5 - rameno C**

#### **Silnice II/449 – rameno B**

Komunikace vedená z tohoto směru má šířku 6,3 m. Nejvyšší povolená rychlost je zde snížena na 30 km/h. Na povinnost dát přednost v jízdě upozorňuje dopravní značení jak vodorovné tak svislé, doplněné o retroreflexní rám.

#### **Silnice II/449 – rameno D**

Na této části vedlejší komunikace je celková šířka 6,5 m. Dopravní značení zde bylo totožné s protějším ramenem do doby výstavby kanalizace, kdy došlo k položení nové ohrusné vrstvy v pravém jízdním pruhu směrem do obce a vodorovné dopravní značení nebylo obnoveno. (Ve výkresové části je zachováno původní vodorovné dopravní značení). Nejvyšší povolená rychlost je 30 km/h.



**Obrázek 6 - rameno B**



**Obrázek 7 - rameno D**

## 2.1 Dopravní průzkum

Dopravní průzkum jsem prováděla podle *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích* [3] v běžný pracovní den ve středu 24. 6. 2015. V době od 6:00 do 8:00 a od 14:00 do 16:00, tj. v ranní a odpolední špičce. Povětrnostní podmínky byly příznivé, polojasno, teplota okolo 17 °C.

Stanoviště, ze kterého jsem průzkum prováděla, se nacházelo mezi rameny B a C. Počet vozidel jsem zaznamenávala do předem připravených sčítacích archů rozdělených po patnáctiminutových intervalech. Výsledky sčítání vozidel jsou uvedeny v příloze č. 1. V průběhu průzkumu jsem pořídila videozáznam pro následnou videoanalýzu konfliktních situací. Účelem průzkumu bylo stanovení intenzit a směřování vozidel.

Skladba a intenzita vozidel mohla být ovlivněna probíhající uzavírkou silnice č. III/44812 v Drahanovicích z důvodu probíhající výstavby kanalizace. Trasa objíždky byla z části vedena po silnici II/448.

### Rozdělení vozidel podle TP 189:

O – osobní automobily

N – nákladní automobily

K – nákladní soupravy

A – autobusy

M – motocykly

**Tabulka 1 - Intenzity vozidel za dobu průzkumu - ranní**

Intenzita [voz/2h]							
Rameno	O	N	K	A	M	Suma	924
A	125	11	2	7	4	149	
B	148	16	5	2	1	172	
C	311	15	0	4	4	334	
D	245	8	10	3	3	269	

**Tabulka 2 – Intenzity vozidel za dobu průzkumu - odpolední**

Intenzita [voz/2h]							
Rameno	O	N	K	A	M	Suma	
A	336	10	3	11	11	371	1225
B	311	14	4	1	7	337	
C	211	18	6	0	1	236	
D	247	22	6	3	3	281	

Odhad intenzity dopravy špičkové hodiny jsem určila jako maximální hodinovou intenzitu za dobu průzkumu [3].

$$I_{sh} = \max\{I_h\}, \quad (1)$$

kde:

$I_{sh}$  intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h],

$I_h$  hodinové intenzity dopravy v době průzkumu [voz/h].

**Tabulka 2 – Určení intenzity špičkové hodiny**

Čas	$I_h$ [voz/h]
14:00 - 15:00	627
14:15 – 15:15	613
14:30 – 15:30	587
14:45 – 15:45	618
15:00 – 16:00	598

Z tabulky 2 vyplývá, že špičková hodina je v době od 14:00 do 15:00 a intenzita dopravy v této hodině je 627 voz/h.

**Tabulka 3 – Směřování vozidel ve špičkové hodině**

z Olomouce – A [pvoz/h]			ze Slatinic – B [pvoz/h]		
vlevo	přímo	vpravo	vlevo	přímo	vpravo
11	120	43	63	125	19
z Drahanovic - C [pvoz/h]			z Loučan - D [pvoz/h]		
vlevo	přímo	vpravo	vlevo	přímo	vpravo
32	67	23	43	92	31

Nejvíce vozidel směřuje ve špičkové hodině z ramene B přímo, do ramene D.

## 2.2 Prognóza intenzit

Posuzování kapacity komunikací vyžaduje určení výhledových intenzit dopravy. Pro prognózu intenzit používáme metodu jednotného součinitele růstu. Koeficienty vývoje intenzit dopravy uvedené v *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy* [4] závisí na typu komunikace, zde silnice II. třídy, a zda se jedná o skupinu těžkých nebo lehkých vozidel. Rok 2015, kdy jsem provedla dopravní průzkum, je výchozí a prognózu stanovuji na 20 let. Výhledovým rokem je tedy rok 2035.

Pro potřeby výpočtu prognózy intenzit jsem rozdělila vozidla na těžká a lehká. Mezi lehká vozidla (LV) jsem podle TP 225 zařadila osobní automobily a motocykly, do těžkých vozidel (TV) pak nákladní automobily, nákladní soupravy a autobusy.

Následně jsem v TP 225 vyhledala příslušné koeficienty, potřebné ke stanovení výhledových intenzit, viz tabulka 4.

**Tabulka 4 - Použité koeficienty vývoje intenzit dopravy [4]**

koeficienty LV			koeficienty TV		
k <sub>0</sub>	k <sub>v</sub>	k <sub>p</sub>	k <sub>0</sub>	k <sub>v</sub>	k <sub>p</sub>
1,09	1,54	1,41	1,01	1,05	1,04

Koeficient prognózy intenzit dopravy se vypočítá jako:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{oi}} \quad (2)$$

kde:

- $k_{pi}$  koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-],  
 $k_{vi}$  koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],  
 $k_{oi}$  koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-].

**Tabulka 5 - Prognóza intenzit pro rok 2035**

			Výchozí intenzity I <sub>0</sub>			Výhledové intenzity I <sub>v</sub>		
Rameno	Směr	Č. dopr. proudu	LV	TV	Celkem	LV	TV	Celkem
			[voz/h]	[voz/h]	[voz/h]	[voz/h]	[voz/h]	[voz/h]
D	vlevo	1	38	3	41	54	4	58
	přímo	2	71	13	84	101	14	115
	vpravo	3	23	5	28	33	6	39
C	vlevo	4	22	6	28	32	7	39
	přímo	5	57	6	63	81	7	88
	vpravo	6	16	4	20	23	5	28
B	vlevo	7	58	3	60	82	4	86
	přímo	8	107	11	118	152	12	164
	vpravo	9	17	1	18	25	2	27
A	vlevo	10	8	2	10	12	3	15
	přímo	11	107	8	115	152	9	161
	vpravo	12	36	5	41	51	6	57
					627			877

Hodnoty výchozích intenzit jsem poté vynásobila danými koeficienty prognózy podle vztahu:

$$I_{vi} = I_{oi} \cdot k_{pi} \quad (3)$$

kde:

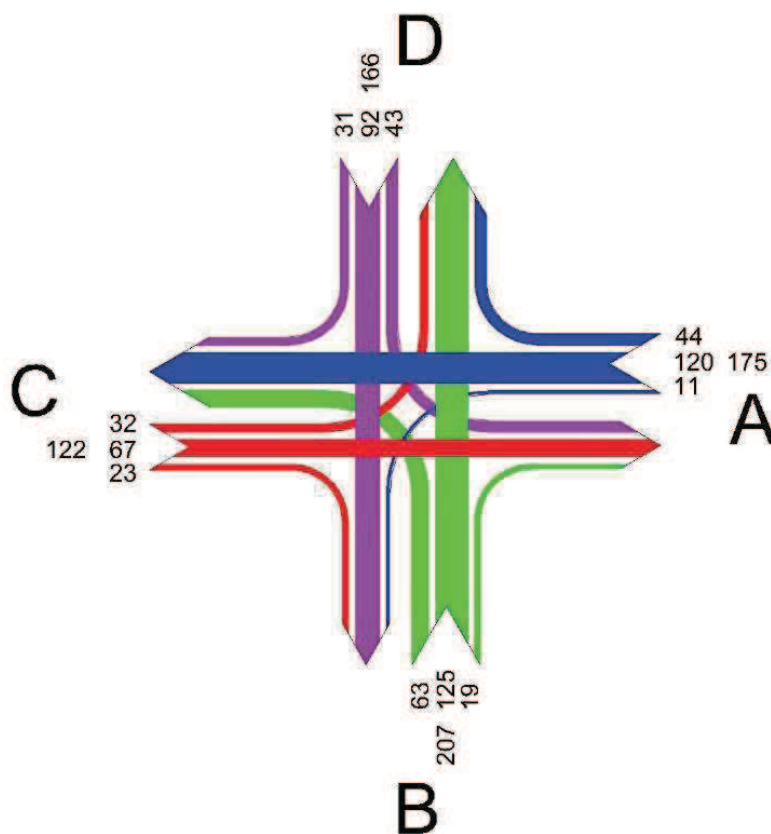
$I_{vi}$  výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{oi}$  výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h].

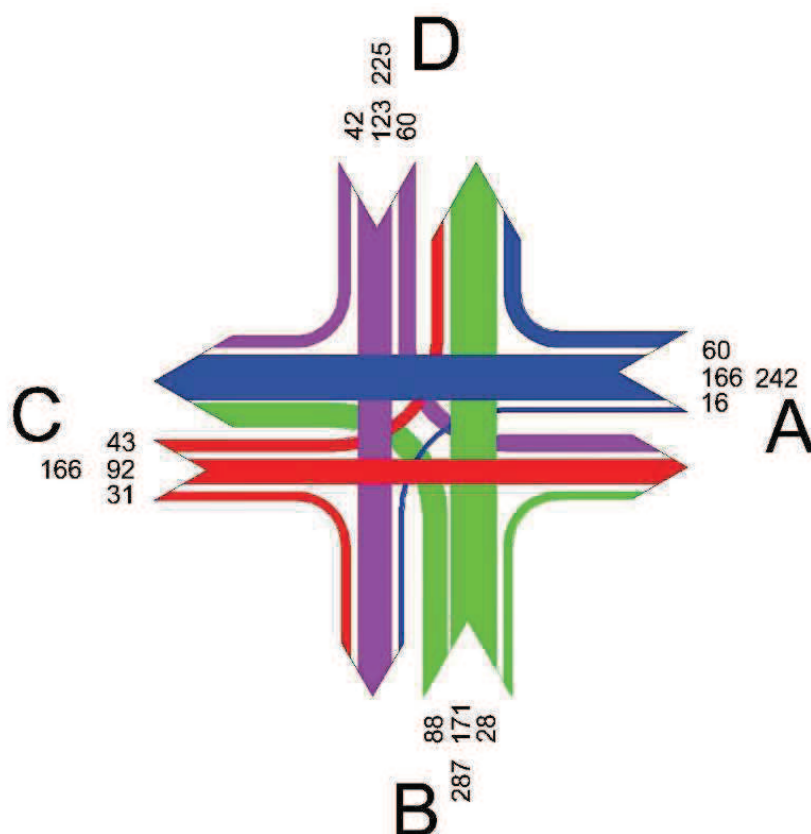
Celková výhledová intenzita dopravy je pak dána součtem výhledových intenzit pro danou skupinu vozidel.

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} \quad (4)$$

Z výsledných výchozích i výhledových intenzit rozdělených do jednotlivých směrů jsem pro názornost vytvořila pentlogram. Tento diagram je složený z tzv. stužek (pentlí), kdy každá svou tloušťkou znázorňuje počet vozidel projíždějících v daném směru. Abych zohlednila skladbu dopravního proudu, byly pro vykreslení použity intenzity v přepočtených vozidlech pomocí přepočtových koeficientů z tabulky 6.



Obrázek 8 – Pentlogram výchozích intenzit špičkové hodiny [pvoz/h]



**Obrázek 9 - Pentlogram výhledových intenzit špičkové hodiny [pvoz/h]**

K zohlednění skladby dopravního proudu se používají přepočtové koeficienty, které pro neřízenou průsečnou křižovatku nalezneme v *TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* [5]. Těmito koeficienty přepočítáme všechny typy vozidel na osobní automobily.

**Tabulka 4 – Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [5]**

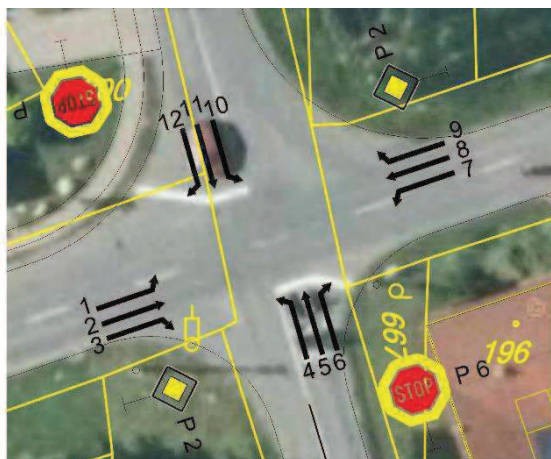
Motocykly	0,8
Osobní vozidla	1,0
Nákladní vozidla, autobusy	1,5
Nákladní soupravy, kloubové autobusy	2,0



### 3. VÝPOČET KAPACITY NEŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY

Při výpočtu kapacity neřízené křižovatky jsem se řídila *TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* [5]. Nejprve bylo nutné očíslovat jednotlivé dopravní proudy. Při číslování jsem postupovala podle zmíněných TP, zleva od hlavní komunikace proti směru hodinových ručiček.

**Obrázek 10 – Schéma číslování dopravních proudů**



Poté byly dopravní proudy rozděleny podle stupňů podřazenosti dopravních proudů. Vycházela jsem z tabulky 5 uvedené v TP 188 [5].

**Tabulka 5 – Stupně podřazenosti proudů uvažované pro výpočet neřízené křižovatky**

Stupeň	Charakteristika	Dopravní proudy
		Průsečná křižovatka
1. stupeň	nadřazenost	2, 3, 8, 9
2. stupeň	jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně	1, 6, 7, 12
3. stupeň	dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	5, 11
4. stupeň	trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	4, 10

### 3.1 Kapacita pro výchozí rok 2015

Intenzity vozidel ve skutečných vozidlech zjištěné dopravním průzkumem byly roznásobeny koeficienty z tabulky 4. Tím jsme získali návrhové intenzity v přepočtených vozidlech.

**Tabulka 6 – Intenzity dopravních proudů ve skutečných a přepočtených vozidlech**

Číslo proudu	$I_i$ [voz/h]	$I_i$ [pvoz/h]
1	44	39,5
2	64	67
3	20	23
4	63	63,3
5	128	129,4
6	19	18,8
7	10	11
8	117	120,6
9	44	44,4
10	45	45
11	86	92,1
12	29	31,5

#### Rozhodující intenzity dopravních proudů

Důležitou proměnnou při výpočtu základní kapacity jsou rozhodující intenzity vedlejších dopravních proudů.

Pro výpočet rozhodující intenzity se skladba nadřazených proudů zanedbává, neboť by mohla vést k nepřesnosti výpočtu. Z toho důvodu používáme intenzitu ve skutečných vozidlech. Hodnoty získané těmito součty jsem sestavila do přehledné tabulky.

**Tabulka 7 – Rozhodující intenzity**

Číslo dopravního proudu	$I_{Hi}$ [voz/h]
1	161
7	84
6	74
12	139
5	289

Číslo dopravního proudu	$I_{Hi}$ [voz/h]
11	277
4	382
10	414

### Hodnoty kritických odstupů

Pro potřeby výpočtu základní kapacity je též nutné určit hodnoty kritických časových odstupů. Velikost této veličiny závisí především na rychlosti na hlavní komunikaci, která je v mém případě určena nejvyšší povolenou rychlostí, a to 50 km/h. Pro každý druh dopravního proudu platí mírně odlišný vzorec [5].

### Hodnoty následných odstupů

Určujeme také hodnoty následných časových odstupů, které jsou závislé na typu dopravní značky upravující přednost v jízdě a na druhu dopravního proudu. Pro mnou řešenou křižovatku to je značka P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“.

**Tabulka 8 – Určené hodnoty časových odstupů [5]**

Číslo dopravního proudu	$t_{gi}$ [s]	$t_f$ [s]
		P6
1/7	4,5	2,6
6/12	4,7	3,7
5/11	6,2	3,9
4/10	6,3	4,1

### Základní kapacita

Tato kapacita se dá charakterizovat jako maximální počet vozidel, která stihnou projet křižovatkou v časové mezeře vzniklé mezi vozidly nadřazených proudů. Z toho je zřejmé, že se určuje pro podřazené dopravní proudy.

Vypočítáme ji z následujícího vztahu [5]:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (5).$$

### Kapacita dopravních proudů 3. a 4. stupně:

U těchto podřazených dopravních proudů je nutné počítat s pravděpodobností nevzdutí nadřazených dopravních proudů, která snižuje jejich kapacitu. Vzhledem ke skutečnosti, že dopravní proudy odbočující z hlavní komunikace vlevo (1 a 7) nemají samostatný pruh, jsme nuceni použít hodnoty pravděpodobnosti nevzdutého stavu v příslušných společných pruzích.

**Tabulka 9 – Vypočtené kapacity výchozího roku**

Číslo dopravního proudu	$G_n$ [pvoz/h]	$C_n$ [pvoz/h]
2		1800
3		1800
8		1800
9		1800
1	1200	1200
7	1285	1285
6	918	918
12	872	872
5	852	702
11	666	549
4	559	380
10	539	367

Co se týče průsečných křižovatek, rozlišujeme, zda se na nich nacházejí samostatné odbočovací pruhy, vozidla se řadí přímo za sebe, nebo se dopravní proud přímého směru řadí společně s proudem odbočujícím vpravo či vlevo.

Na řešené křižovatce se nachází vjezd rozšířený vpravo (vozidla jedoucí přímým směrem se řadí společně s vozidly odbočujícími vlevo).

Určovala jsem tedy kapacitu společného pruhu na vjezdu rozšířeném vpravo podle vztahu [5]:

$$C_{n,vpravo} = \min \left\{ \frac{l_i + l_j + l_k}{\frac{l_{u,vpr,1}}{6} \sqrt{(a_{vi} + a_{vj})^{\frac{l_{u,vpr,1}}{6} + 1} + a_{vk}^{\frac{l_{u,vpr,1}}{6} + 1}}} \right\} \quad (15)$$

Délku úseku pro možnost zastavení v rozšířeném vjezdu  $l_u$  jsem stanovila na 6 m, tedy pro jedno vozidlo. Dosazením do tohoto vztahu jsem stanovila kapacitu společných pruhů na vedlejší komunikaci [5].

$$C_{4,5,6,vpravo} = 601,6 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{10,11,12,vpravo} = 575 \text{ pvoz/h}$$

Na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočování vlevo. Kapacita společného pruhu smíšených dopravních proudů na společném jízdním pruhu se pro hlavní komunikaci vypočítá podle vztahu [5]:

$$C_{n,n,n} = \min \left\{ \frac{l_i + l_j + l_k}{a_{vi} + a_{vj} + a_{vk}} \right\} \quad (16)$$

$$C_{1,2,3} = 1560 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{7,8,9} = 1743 \text{ pvoz/h}$$

**Tabulka 10 – Posouzení vypočtených kapacit**

Smíšené proudy	Rezerva kapacity		ÚKD	$t_w$	$a_v$	$N_{95\%}$
[-]	[pvoz/h]	[%]	[-]	[s]	[-]	[m]
1, 2, 3	1431	92	A	<10	0,08	2,2
4, 5, 6	390	65	A	<10	0,35	9
7, 8, 9	1567	90	A	<10	0,1	2,5
10, 11, 12	407	71	A	<10	0,29	7

Hodnoty střední doby zdržení a délky fronty na vjezdu jsem pro zjištěné rezervy kapacity odečetla z grafů uvedených v TP 188 [5]. Posouzením kapacit současného stavu bylo zjištěno, že křižovatka kapacitně vyhovuje. Výsledná úroveň kvality dopravy je na stupni A: Doba zdržení je velmi malá.

### 3.2 Kapacita pro výhledový rok 2035

Výpočet kapacity pro výhledový rok je naprosto totožný s výpočtem kapacity roku výchozího, jediným rozdílem jsou výhledové intenzity. Výsledky výpočtů jsou shrnuty v tabulce 12.

**Tabulka 11 – Výhledové intenzity dopravních proudů**

Číslo proudu	$I_i$ [voz/h]	$I_i$ [pvoz/h]
1	39	43
2	88	92
3	28	31
4	86	88
5	164	171
6	27	28
7	15	16
8	161	166
9	57	60
10	58	60
11	115	123
12	39	42

**Tabulka 12 – Výsledné hodnoty z výpočtů kapacity pro výhledový rok 2035**

Číslo dopravního proudu	Rozhodující intenzity [voz/h]	Základní kapacita [pvoz/h]	Kapacita [pvoz/h]	Kapacita společných proudů [pvoz/h]
1	218	1141	1141	1566
2			1800	
3			1800	
4	500	487	279	417
5	374	594	458	1754
6	102	897	897	
7	116	1249	1249	
8			1800	1754
9			1800	

Číslo dopravního proudu	Rozhodující intenzity [voz/h]	Základní kapacita [pvoz/h]	Kapacita [pvoz/h]	Kapacita společných proudů [pvoz/h]
10	537	466	239	435
11	360	604	466	
12	190	837	837	

**Tabulka 13 – Posouzení vypočtených kapacit pro rok 2035**

Smišené proudy	Rezerva kapacity		ÚKD	$t_w$	$a_v$	$N_{95\%}$
[-]	[pvoz/h]	[%]	[-]	[s]	[-]	[m]
1, 2, 3	1400	89	A	<10	0,11	2,7
4, 5, 6	130	31	C	28	0,69	26
7, 8, 9	1512	86	A	<10	0,14	2,8
10, 11, 12	210	48	B	17	0,52	17

Výsledná úroveň kvality dopravy pro výhledový rok vyšla na stupni C: Doba zdržení je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty [5]. ÚKD na hlavní komunikaci je na stupni A, na vedlejší komunikaci na stupni C. Požadovaný stupeň ÚKD na silnicích II. třídy je D, lze tedy říci, že křižovatka by pravděpodobně kapacitně vystačila na dalších dvacet let.

Celý výpočet kapacity neřízené křižovatky je v příloze č. 2 - Výpočet kapacity neřízené křižovatky.

## 4. NEHODOVOST A KONFLIKTNÍ SITUACE

### 4.1 Analýza nehodovosti

Analýzu nehodovosti jsem provedla na základě informací zjištěných z geografického informačního systému Ministerstva dopravy s názvem Jednotná vektorová mapa [7]. Zájmovým obdobím bylo od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2015. Za toto období bylo nahlášeno ve vybrané lokalitě celkem 9 dopravních nehod, přičemž u 8 došlo k následkům na zdraví. V rámci těchto nehod bylo zraněno 11 osob lehce, 1 těžce a nikdo nebyl usmrcen. Z velké části šlo o srážky osobních automobilů. Celkem 8 nehod se stalo ve dne a jedna v noci. Nejvíce jich bylo zaznamenáno v letech 2010, 2011.

Dopravní nehoda je taková událost na pozemní komunikaci, při níž dojde k usmrcení nebo zranění osob nebo škodě na majetku.



**Obrázek 11 – Dopravní nehody [6]**

Nejčastější příčinou dopravních nehod bylo nerespektování příkazu dopravní značky „Stůj, dej přednost v jízdě!“, a to v 7 z 9 případů.



## 4.2 Videoanalýza konfliktních situací

Videozáznam pořízený během dopravního průzkumu jsem použila pro videoanalýzu konfliktních situací. Tato analýza se provádí za účelem zjištění konfliktních situací, ke kterým na křižovatce dochází a které mohou vést ke vzniku dopravní nehody. A na základě těchto informací lze navrhnout úpravy a opatření ke zvýšení bezpečnosti provozu.

Konfliktní situace je taková situace v provozu, kdy může vzniknout nebo vzniká pro účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Někdy je také nazývána skoronehodou.

Při zpracovávání záznamu jsem zjištěné konfliktní situace označovala klasifikačním symbolem, skládajícím se z číslice, písmene a číslice, uvedeným v dokumentu *Organizace a řízení dopravy* [8]. První číslice určuje účastníky konfliktu, písmeno značí způsob vzniku konfliktní situace a poslední číslice vyjadřuje míru závažnosti vzniklé situace.

**Tabulka 14 – Klasifikace podle účastníků a způsobu vzniku – vybrané kategorie [8]**

Účastníci		Způsob vzniku	
Kategorie	1. znak	Kategorie	2. znak
chodec	1	možnost střetu s příčně jedoucím	A
automobil	2	možnost středu s protijedoucím	B
chodec ´ automobil	4	možnost střetu ve stykovém bodě	C
automobil ´ automobil	5	zavinil chodec	Ch
jiné (cyklista apod.)	9	vlivem fronty na křižovatce	f
motocykl	10		

**Tabulka 15 – Klasifikace podle závažnosti [8]**

Kategorie	3. znak
potenciální konfliktní situace (bez reakce)	1
konfliktní situace (bez násilné reakce)	2
konfliktní situace (ostrá reakce)	3
dopravní nehoda	4

Shrnutí vyhodnocených situací je v tabulce 16. Je z ní patrné, že byl na řešené křižovatce opakovaně nerespektován příkaz dopravní značky „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Což je i příčinou většiny nehod na křižovatce.

**Tabulka 16 – Konfliktní situace**

Číslo	Čas	Symbol	Popis
1	6:52	4ch2	chodec v křižovatce
2	6:57	2B1	předjíždění v těsné blízkosti křižovatky
3	7:04	2B1	předjíždění v těsné blízkosti křižovatky
4	14:31	9A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
5	14:43	10B1	předjíždění v těsné blízkosti křižovatky
6	14:47	2A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
7	14:48	2Bf2	kamion má problém s odbočením
8	14:57	2A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
9	15:36	10A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
10	15:37	2A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
11	15:42	10A1	nerespektování značky "Stůj, dej přednost v jízdě"
12	15:47	1C1	chodec v křižovatce
13	15:48	1C1	chodec v křižovatce
14	15:50	9A1	cyklista sjíždí z chodníku do křižovatky
15	15:52	1C1	chodec v křižovatce
16	15:55	1C1	chodec v křižovatce

Konfliktní situace jsem pro názornost zakreslila do schématu a vypočetla jsem koeficient relativní konfliktnosti podle vztahu:

$$k_R = \frac{P_{KS}}{I} \cdot 100 \quad (19)$$

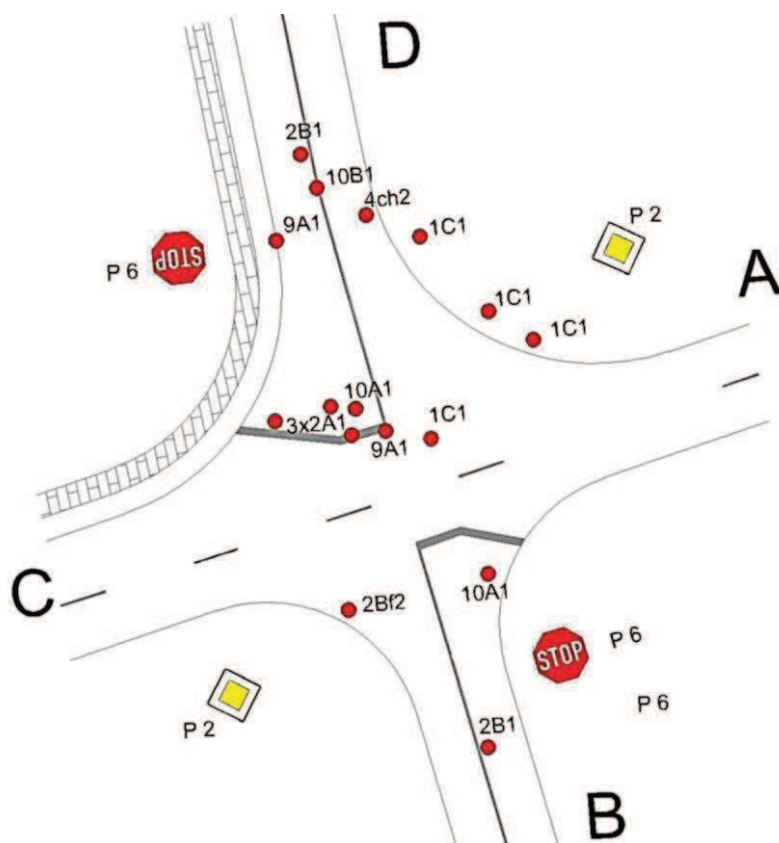
kde:

$k_R$  ukazatel relativní konfliktnosti [KS/100vozidel]

$P_{KS}$  počet konfliktních situací za hodinu (první znak má hodnotu 4 – 8) [KS . h<sup>-1</sup>]

$I$  hodinová intenzita v přepočtených vozidlech [pvoz/h]

Po dosazení zjistíme ukazatel relativní konfliktnosti  $k_R = 0,16$  [KS/100 vozidel]



**Obrázek 12 – Schéma konfliktních situací**

Protože na křižovatce nejsou zřízeny žádné přechody ani místa pro přecházení, dochází zde k pohybu chodců po ramenech křižovatky. Někteří se nerozpakují zkrátit si cestu přímo přes střed křižovatky, což je velmi riskantní, obzvlášť když se blíží vozidlo 50km rychlostí. Naštěstí, zde není intenzita chodců tak vysoká. Za dobu průzkumu se po křižovatce pohybovali pouze 3 chodci, kteří křižovatku přecházeli tam i zpět.

## 5. VARIANTA 1 – OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA

Prvním navrhovaným řešením je jednopruhová okružní křižovatka. Okružní křižovatky jsou v poslední době docela oblíbené. Podle mého názoru hlavně z důvodu velmi snadno pochopitelného způsobu užívání i pro řidiče začátečníka. Jsou přehledné a zajišťují plynulost provozu, zároveň obsahují méně kolizních bodů. Další výhodou okružní křižovatky je její vyšší kapacita oproti průsečné úrovňové křižovatce. Tento benefit v mém případě není významný, důležitější je, že se odstraní problém s nejasnou psychologickou předností. Na okružní křižovatce jsou přednosti na všech jejích ramenech upraveny stejně. Na okružním páse platí přednost v jízdě, vozidla najíždějící do křižovatky jsou nuceny přednost dávat.

### 5.1 Geometrické uspořádání

Navrhuji tedy jednopruhovou čtyřramennou okružní křižovatku. Snažila jsem se vycházet z původní průsečné křižovatky, kvůli minimalizaci stavebních úprav. Střed okružní křižovatky kruhového půdorysu je umístěn ve středu křižovatky průsečné. Při návrhu jsem se řídila podle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* + Z2 [9] a TP 135 – *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích* [10].

#### **Základní parametry:**

Vnější průměr	25 m
Vnitřní průměr	6 m
Průměr středového ostrůvku	4 m
Šířka prstence	2 m
Šířka zpevněné srpovité krajnice	1,5 m
Šířka okružního pásu	6,5 m
Návrhová rychlost	30 km/h

#### **Rameno A**

Poloměr připojovacího směrového oblouku je 12 m s šířkou jízdního pásu 3,5 m, poloměr odbočovacího směrového oblouku je 23 m s šířkou jízdního pásu 4,5 m.

Oddělení vjezdové a výjezdové větve je uskutečněno pouze vodorovným dopravním značením. Obě větve jsou doplněny o vodící proužek odsazený o 0,25 m od obruby.

### **Rameno B**

Poloměr přípojovacího směrového oblouku je 12 m s šířkou jízdního pásu 3,5 m, poloměr odbočovacího směrového oblouku je 23 m s šířkou jízdního pásu 4,5 m. Oddělení vjezdové a výjezdové větve je uskutečněno pouze vodorovným dopravním značením. Obě větve jsou doplněny o vodící proužek odsazený o 0,25 m od obruby.

Na této větvi navrhuji dle ČSN 73 6110 – *Projektování místních komunikací + Z1, oprava 1* [11] přechod pro chodce ve vzdálenosti 17 m od okraje okružního pásu. Přechod pro chodce navrhuji v minimální šířce 3 m, délka nepřesahuje 6,5 m. K tomuto přechodu je z ramena C přiveden nově navržený chodník, jehož šířka je v návaznosti na stávající chodníky 1,5 m. Od hlavního dopravního prostoru jej odděluje travnatý pás šířky 1,5 m, v místech kde tento pás není, se přechod rozšiřuje na 2 m. Na chodníku jsou navrženy bezbariérové úpravy, signální a varovný pás, které jsou provedeny z betonové zámkové dlažby s hmatovou úpravou.

### **Rameno C**

Poloměr přípojovacího směrového oblouku je 12 m s šířkou jízdního pásu 3,5 m, poloměr odbočovacího směrového oblouku je 23 m s šířkou přilehlého jízdního pásu 4,5 m. K oddělení vjezdové a výjezdové větve je využito pouze vodorovné dopravní značení. Na obou větvích je doplněn vodící proužek odsazený o 0,25 m od obruby.

Chodník oddělený travnatým pásem je po obou stranách komunikace. Nově navržený chodník spojuje stávající zastávku autobusu s nově navrženým přechodem vzdáleným 23 m od okraje okružního pásu. Kvůli velké šířce komunikace jsem přechod umístila na vysazenou chodníkovou plochu a délku přechodu tak zkrátila na 6,5 m. Zúžení je provedeno plynule s náběhem 1 : 20. Šířka přechodu je vzhledem k velmi nízkým intenzitám chodců 3 m. Přechod navazuje na stávající chodník. Veškeré nově navržené chodníkové plochy jsou opatřeny bezbariérovými úpravami z barevně odlišené hmatové dlažby.

Stávající zastávky linkové autobusové dopravy jsou umístěny vstřícně proti sobě, na jízdním pruhu. Toto řešení je pro navrženou okružní křižovatku zcela nevhodné.

Zastávka za výjezdem z okružní křižovatky by měla být přemístěna do zálivu. Pro takovou úpravu ve stávající zástavbě není prostor. Obzvlášť vzhledem k malým vzdálenostem samostatných sjezdů. Jednou z možností by bylo přesunout obě zastávky do prostoru dál od křižovatky, kde je zástavba přerušena. Tento problém ale není předmětem mé bakalářské práce.

### **Rameno D**

Poloměr připojovacího směrového oblouku je 12 m s šířkou jízdního pásu 3,5 m, poloměr odbočovacího směrového oblouku je 23 m s šířkou jízdního pásu 4,5 m. Oddělení vjezdové a výjezdové větve je uskutečněno pouze vodorovným dopravním značením. Obě větve jsou doplněny o vodící proužek odsazený o 0,25 m od obruby.

Ve vzdálenosti 20 m od okraje okružního pásu je navržen přechod pro chodce v délce 6,5 m, šířka je 3 m stejně jako u ostatních přechodů. Na tomto rameni se také nacházejí vstřícně umístěné autobusové zastávky, jejichž řešení by bylo předmětem rozsáhlejšího projektu. Navržený chodník má šířku 2m.

Navrhuji zrušení samostatného sjezdu restaurace v místě připojovacího směrového oblouku, z důvodu nevhodného umístění vzhledem k nově navrhované okružní křižovatce. Jedná se o vjezd na dlážděnou plochu před restaurací a přilehlého dvora. Toto opatření je možné, protože se za restaurací nachází parkoviště, které svou kapacitou vyhovuje potřebám restaurace a přístup do dvora by bylo možné zřídit přímo ze zmiňovaného parkoviště.

Rozměry prvků bezbariérových úprav jsou stanoveny podle vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb[12].

### **Středový ostrůvek**

Navrhovaný poloměr středového ostrůvku je 4 m. Středový ostrůvek bude zvýšený, ohraničený silničním obrubníkem, takto vzniklá plocha uvnitř ostrůvku bude zatravněna.

## Prstenec

Je navržen jako pojížděný, abychom umožnili pohodlný průjezd i rozměrnějším vozidlům. Jeho povrch bude nerovný, odlišný od okolní komunikace. Na vnějším okraji bude zvýšený o 0.03 m. Lemovat ho bude vodící proužek. Stejnou konstrukci jako prstenec budou mít také zpevněné srpovité krajnice.

## Okružní pás

Okružní křižovatka je tvořena jednopruhovým okružním pásem s asfaltovým krytem o vnějším poloměru 12,5 m a šířkou jízdního pruhu 6,5m.

V prostoru nově navržené křižovatky se nachází dva sloupy nízkého napětí, které je nutné přemístit. Navržené rozměry křižovatky a její průjezdnost jsem ověřila pomocí vlečných křivek v programu AutoTURN.

## 5.2 Kapacita

Při návrhu úpravy křižovatky je mimo jiné důležité ji posoudit z kapacitního hlediska. Nově navrženou křižovatku jsem posuzovala na stávající i výhledové intenzity dopravy. Postupovala jsem podle metodiky určené pro tyto účely, tedy podle *TP 234 – Posuzování kapacity okružních křižovatek* [13].

**Tabulka 17 – Výsledky z kapacitního výpočtu pro výchozí rok**

	$C_i$ [pvoz/h]	$C_e$ [pvoz/h]	ÚKD	$a_v$
A	1041	1343	A	0,10
B	1117		A	0,17
C	1111		A	0,10
D	1069		A	0,16

Navržená okružní křižovatka vyhovuje kapacitním požadavkům. Nebyl započítán vliv chodců, neboť vzhledem k absenci přechodů na stávající křižovatce nebylo možné určit jejich intenzitu.

**Tabulka 18 – Výsledky z kapacitního výpočtu pro výhledový rok**

	$C_i$ [pvoz/h]	$C_e$ [pvoz/h]	ÚKD	$a_v$
A	967	1343	A	0,14
B	1067		A	0,14
C	1061		A	0,23
D	999		A	0,21

Okružní křižovatka kapacitně vyhovuje i v případě použití výhledových intenzit dopravy. Výpočet obou stavů je uveden v příloze č. 3 – Výpočet kapacity okružní křižovatky.



## 6. VARIANTA 2 – ŘÍZENÁ KŘÍŽOVATKA

Jako druhá varianta řešení se nabízí osazení stávající průsečné křižovatky světelným signalizačním zařízením a vytvořit tak řízenou křižovatku. Navrhuji klasickou tříbarevnou soustavu s plnými kruhovými signály, doplněnou žlutým světlem ve tvaru chodce. Opakovací návěstidlo bude umístěno na výložníku délky 4,5 m na vedlejší komunikaci a 4 m na hlavní komunikaci. Při návrhu jsem se řídila ČSN 73 6021 – *Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel* [14].

Pro úpravu přednosti na křižovatce v případě nefunkčnosti SSZ se použije stávajících dopravních značek P2 - Hlavní pozemní komunikace a P6 – Stůj, dej přednost v jízdě!, které budou umístěny na příslušné sloupy SSZ, nad hlavní návěstidlo.

### 6.1 Geometrické uspořádání

S ohledem na náklady navrhuji co nejmenší množství stavebních úprav. Týkají se především chodníkových ploch. Mezi rameny A a D je umístěn řadič SSZ.

Podle TP 81 [15] nemá být SSZ v provozu v době, kdy důvod vedoucí k jeho zřízení odpadá. Proto se doporučuje, při poklesu intenzity provozu například v noci nebo o víkendu, jej uvést mimo provoz. Uvádí ale výjimky, kdy má nepřetržitý provoz opodstatnění. A to v případech se specifickými dopravními poměry, jako jsou třeba místa s nejasnou psychologickou předností. Navrhovala bych z těchto důvodů nepřetržitý provoz SSZ.

#### **Rameno A**

Do nároží křižovatky je navržen světelně řízený přechod pro chodce o délce 6,42 m a šířce 3 m. K němu je napojen nový chodník, umožňující obyvatelům rodinného domu bezpečný přechod přes křižovatku. Chodník není nijak fyzicky oddělen od komunikace, aby byl zajištěn bezpečnostní odstup, navrhuji šířku 2 m.

Příčná čára souvislá je umístěna na hranici křižovatky. Na ni navazuje Podélná čára souvislá. Je dodržena minimální vzdálenost přechodu a Příčné čáry souvislé 1,5 m [15].

Sloup SSZ je umístěn ve středu varovného pásu v minimální vzdálenosti 0,9 m od okraje komunikace.

### **Rameno B**

Na tomto rameni nenavrhují žádné stavební úpravy. Je zde nutný pouze přesun Příčné čáry souvislé blíž k hranici křižovatky a osazení návěstidel.

### **Rameno C**

Zde je v původním stavu pouze jednostranný chodník oddělený travnatým pásem. Navrhují zřízení nového chodníku šířky 1,5 m i na druhé straně, čímž se zpřístupní zastávka ležící na této straně komunikace. Oba chodníky budou propojeny přechodem pro chodce vybaveným vodícím pásem přechodu, vzhledem k jeho délce 8,89 m. Příčná čára souvislá bude umístěna na hranu křižovatky a naváže na ni Podélná čára souvislá.

Sloup SSZ je umístěn ve středu varovného pásu v minimální vzdálenosti 0,9 m od okraje komunikace.

### **Rameno D**

Na tomto rameni taktéž navrhují přechod o délce 7,24 m, který vede k nově navrženému chodníku. Ten slouží k přístupu na autobusovou zastávku a propojení s ramenem A. Příčná čára souvislá bude přemístěna blíž k hraně křižovatky a naváže na ni Podélná čára souvislá.

Sloup SSZ je umístěn ve středu varovného pásu v minimální vzdálenosti 0,9 m od okraje komunikace.

## **6.2 Návrh signálního plánu**

Návrh signálního plánu jsem provedla pomocí metody saturovaného toku podle nejnovější verze *TP 81 – Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu na pozemních komunikacích* [15].

Vybrala jsem dvoufázové řízení s plnými kruhovými signály. V první fázi mají volno všechny směry na hlavní pozemní komunikaci a přechody pro chodce přes vedlejší komunikaci. Ve druhé fázi jsou puštěny všechny směry na vedlejší pozemní komunikaci, společně s přechody na hlavní komunikaci. Všechny čtyři ramena mají společný jízdní pruh. Na vedlejší komunikaci je rozšířený vjezd vpravo.

První fází návrhu bylo určení vyklizovacích a najížděcích drah a stanovení mezičasů z těchto hodnot. V druhé fázi jsem použila metodu saturovaného toku ke zjištění minimální délky zelené. Ve třetí fázi jsem z vypočtených hodnot sestavila jednoduchý pevný signální plán. Výpočty jsou připojeny v příloze č. 4 – Výpočet mezičasů a č. 5 – Metoda saturovaného toku.

### **6.3 Kapacita**

Navrhovaná světelně řízená křižovatka byla posouzena z hlediska kapacity pro výchozí i výhledový rok. Postupovala jsem podle TP 235 [16].

Úroveň kvality dopravy posuzované křižovatky pro výchozí rok je stupeň A. Na silnici II. třídy požadujeme ÚKD na stupni D. Křižovatka z kapacitního hlediska vyhovuje.

Pro výhledový rok vyšla úroveň kvality dopravy na hlavní komunikaci na stupni A a na vedlejší komunikaci na stupni B. Celková ÚKD na křižovatce je pro výhledový rok na stupni B. Pro křižovatku silnic II. třídy je požadovaný stupeň D, křižovatka tedy vyhoví.

## 7. ZÁVĚR

### 7.1 Simulace v programu PTV VISSIM

Pro lepší představu o dopravní situaci na řešené křižovatce jsem použila software PTV VISSIM, ve kterém jsem namodelovala vizualizace stávajícího stavu ve výchozích i výhledových intenzitách, varianty číslo jedna ve výchozích i výhledových intenzitách a taktéž varianty číslo dvě ve výchozích i výhledových intenzitách.

Ukázky z vizualizací jsou vloženy do přílohy č. 7.

Křižovatku jsem vytvořila pomocí jízdních pruhů a konektorů (Links), jako podklad jsem použila dwg výkres vytvořený v programu AutoCAD. Nastavila jsem složení dopravního proudu na vjezdech (Vehicle Compositions), nadefinovala všechny vjezdy a intenzity vozidel na nich (Vehicle Inputs), trasy směřování (Vehicle Routes), rozdělení intenzit do jednotlivých směrů, potřebné kolizní plochy a určila přednost v jízdě (Conflict Areas).

### 7.2 Ekonomické zhodnocení variant

Varianta č. 1 – okružní křižovatka

**Tabulka 19 – Odhad nákladů varianta 1 [17]**

		za MJ		množství	cena celkem
demoliční práce	asfalt	730	Kč /m <sup>2</sup>	1119,22 m <sup>2</sup>	817 030,60 Kč
	chodník	320	Kč /m <sup>2</sup>	53,49 m <sup>2</sup>	17 116,80 Kč
nová komunikace		1478	Kč /m <sup>2</sup>	1171,79 m <sup>2</sup>	1 731 905,62 Kč
prstenec, srpovitá krajnice		1373	Kč /m <sup>2</sup>	185,58 m <sup>2</sup>	254 801,34 Kč
chodník		792	Kč /m <sup>2</sup>	254,26 m <sup>2</sup>	201 373,92 Kč
slepecká dlažba		543	Kč /m <sup>2</sup>	26,38 m <sup>2</sup>	14 324,34 Kč
obrubky		382	Kč/m	299,3 m	114 332,60 Kč
ohumusování + osetí		18	Kč /m <sup>2</sup>	231,32 m <sup>2</sup>	4 163,76 Kč
svislé dopravní značení		2800	Kč/ks	22 ks	61 600,00 Kč
vodorovné dopravní značení		973	Kč /m <sup>2</sup>	250,3 m <sup>2</sup>	243 541,90 Kč
					3 460 190,88 Kč

**Tabulka 20 – Odhad nákladů varianta 2 [17], [18]**

		za MJ		množství	cena celkem
demoliční práce	chodník	320	Kč /m <sup>2</sup>	22,25	7 120,00 Kč
SSZ včetně zemních prací					3 500 000,00 Kč
obrubý		382	Kč /m	152,36	58 201,52 Kč
chodník		792	Kč /m <sup>2</sup>	217,57	172 315,44 Kč
slepecká dlažba		543	Kč /m <sup>2</sup>	23	12 489,00 Kč
ohumusování + osetí		18	Kč /m <sup>2</sup>	180	3 240,00 Kč
svislé dopravní značení		0	Kč/ks	0	0 Kč
vodorovné dopravní značení		973	Kč /m <sup>2</sup>	48,56	47 248,88 Kč
					3 800 614,84 Kč

Náklady byly odhadnuty na základě ceníku průměrných cen dopravní a technické infrastruktury [17]. Pro účely tohoto odhadu jsem navrhovala typ vozovky D1-N-1-III-P II, typ povrchu prstence a srpovité krajnice D1-D-1-V-P II a chodník typu D2-D-2-CH-P III. Pro odhad ceny slepecké dlažby byla použita cena uvedená na webu firmy BEST [19]. Orientační cenu SSZ jsem získala od firmy Ostravské komunikace, a.s. [18]

### 7.3 Srovnání vhodnosti variant

Obě varianty řešení by přispěly ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Co se týče kapacit, vycházely dostatečné rezervy v obou variantách.

Použitím okružní křižovatky by se odstranily nebezpečné křížné kolizní body, tím pádem by se minimalizovalo riziko vzniku nehody. Stejně tak dobře řeší v úvodu zmiňovaný problém psychologické přednosti, neboť u okružní křižovatky je úprava přednosti jasná a u řidičů dobře zažitá. Mohla by mít také estetický význam, například při osázení středového ostrova květinami. Nezpochybnitelnou výhodou je také možnost snadného otočení do protisměru, které je na klasické průsečné křižovatce neřešitelné.

Na druhou stranu, při nevhodně navržených rozměrech vzniká problém při průjezdu rozměrnějšího vozidla, či nadměrného nákladu. Další nevýhodou je nemožnost levného navýšení kapacity.

Světelně řízená křižovatka není z mého pohledu nejvhodnějším řešením, vzhledem ke spotřebě značného množství elektrické energie a nutnosti časté údržby a rizika poruchy. Při poruše nebo dočasném vypnutí neřeší problém dané křižovatky. Jako výhodu vidím možnost úpravy signálního plánu podle aktuálních potřeb provozu na křižovatce.

Pro výběr vhodnější varianty používám multikriteriální hodnocení, několika vybraným kritériím přiřazuji body 0 – 10, kdy 0 znamená, že křižovatka kritériu naprosto nevyhovuje. A naopak 10 bodů značí maximální spokojenost. Jednotlivá kritéria s jejich hodnocením jsem uvedla do tabulky 21.

Kritéria	OK	SSZ
náklady	6	8
zvýšení bezpečnosti	10	5
náročnost úpravy	2	7
estetičnost	5	5
vliv na životní prostředí - hluk, emise	8	4
náklady na údržbu	8	2
zklidnění dopravy	6	5
10 vyhovující 0 nevyhovující	45	36

Z multikriteriálního hodnocení vyplývá, že vhodnější variantou je okružní křižovatka. Je ale nutné brát zřetel na skutečnost, že multikriteriální hodnocení provedené jednou osobou je velmi subjektivní. Pro definitivní rozhodnutí by tedy bylo vhodné zjistit názor více osob, nejlépe odborníků na danou problematiku.

## **Poděkování**

Ráda bych zde poděkovala svému vedoucímu doc. Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D. za vstřícnost a cenné rady. Děkuji také Ing. Kateřině Žitníkové a Ing. Janu Petřů, Ph.D. za věnovaný čas.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Obec Drahanovice* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: [www.obecdrahanovice.cz](http://www.obecdrahanovice.cz)
- [2] *Mapy.cz. Seznam.cz, a.s.* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)
- [3] BARTOŠ, Luděk. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 9788087394069.
- [4] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-873940-7-6.
- [5] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: TP 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [6] *Městské komunikace a křižovatky* [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/>
- [7] *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/cz/s477/Rozcestnik/Statistika-nehod-v-mape/c7347-Statisticke-vyhodnoceni-nehodovosti-v-silnicnim-provozu-v-zadane-lokalite>
- [8] *Organizace a řízení dopravy* [online]. 2005 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/default.htm>
- [9] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích: + Z2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 2.
- [10] TP 135. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*, Technické podmínky. 2. vyd. Ostrava: EDIP s.r.o., 2005.
- [11] ČSN 73 6110. *Projektování místních komunikací: +Z1, oprava 1*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [12] *Vyhláška č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*. Listopad, 2009.
- [13] BARTOŠ, Luděk. TP 234. *Posuzování kapacity okružních křižovatek*. 1. Liberec: EDIP s.r.o., 2011. ISBN 978-80-87394-02-01.
- [14] ČSN 73 6021. *Světelná signalizační zařízení: Umístění a použití návěstidel*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [15] MARTOLOS, Jan. TP 81. *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*. 3. vydání. EDIP s.r.o., 2015.
- [16] MARTOLOS, Jan. TP 235. *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek*. 1. vyd. Liberec: EDIP, 2011. ISBN 9788087394038.
- [17] *Ústav územního rozvoje* [online]. 2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [www.uur.cz](http://www.uur.cz)



- [18] PONČA, Jiří. [e-mail]. Ostravské komunikace, a.s. [27. 4. 2016]
- [19] *BEST: Náš sortiment* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z:  
<http://www.best.info/nas-sortiment/zamkova-dlazba/best-beaton-pro-nevidome/>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Intenzity vozidel za dobu průzkumu - ranní .....	17
Tabulka 2 – Intenzity vozidel za dobu průzkumu - odpolední.....	18
Tabulka 3 – Směřování vozidel ve špičkové hodině.....	19
Tabulka 4 – Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [5].....	22
Tabulka 5 – Stupně podřazenosti proudů uvažované pro výpočet neřízené křižovatky ...	23
Tabulka 6 – Intenzity dopravních proudů ve skutečných a přepočtených vozidlech .....	24
Tabulka 7 – Rozhodující intenzity .....	24
Tabulka 8 – Určené hodnoty časových odstupů [5].....	25
Tabulka 9 – Vypočtené kapacity výchozího roku.....	26
Tabulka 10 – Posouzení vypočtených kapacit .....	27
Tabulka 11 – Výhledové intenzity dopravních proudů.....	28
Tabulka 12 – Výsledné hodnoty z výpočtů kapacity pro výhledový rok 2035.....	28
Tabulka 13 – Posouzení vypočtených kapacit pro rok 2035.....	29
Tabulka 14 – Klasifikace podle účastníků a způsobu vzniku – vybrané kategorie [8].....	31
Tabulka 15 – Klasifikace podle závažnosti [8] .....	31
Tabulka 16 – Konfliktní situace .....	32
Tabulka 17 – Výsledky z kapacitního výpočtu pro výchozí rok.....	37
Tabulka 18 – Výsledky z kapacitního výpočtu pro výhledový rok .....	38
Tabulka 19 – Odhad nákladů varianta 1 [17].....	42
Tabulka 20 – Odhad nákladů varianta 2 [17], [18] .....	43

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Poloha obce [2].....	12
Obrázek 2 - Poloha křižovatky [2] .....	13
Obrázek 3 - Letecký snímek současného stavu s popisem ramen [2] .....	13
Obrázek 4 - rameno A .....	14
Obrázek 5 - rameno C .....	15
Obrázek 6 - rameno B .....	16
Obrázek 7 - rameno D .....	16
Obrázek 8 – Pentlogram výchozích intenzit špičkové hodiny [pvoz/h].....	21
Obrázek 9 - Pentlogram výhledových intenzit špičkové hodiny [pvoz/h] .....	22
Obrázek 10 – Schéma číslování dopravních proudů .....	23
Obrázek 11 – Dopravní nehody [6] .....	30
Obrázek 12 – Schéma konfliktních situací.....	33

## **SEZNAM VÝKRESŮ**

Výkres č. 1 – Stávající stav

Výkres č. 2 – Varianta 1 - OK stavební úpravy

Výkres č. 3 – Varianta 1 – OK dopravní značení

Výkres č. 4 – Varianta 2 – SSZ, dopravní značení

Výkres č. 5 – Vlečné křivky O1

Výkres č. 6 – Vlečné křivky NS

Výkres č. 7 – Vlečné křivky BUS 13,7

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 – Hodnoty získané z dopravního průzkumu

Příloha č. 2 – Výpočet kapacity neřízené křižovatky

Příloha č. 3 – Výpočet kapacity okružní křižovatky

Příloha č. 4 – Výpočet mezičasů

Příloha č. 5 – Metoda saturovaného toku

Příloha č. 6 – Kapacita světelně řízené křižovatky

Příloha č. 7 – Výstupy z programu PTV VISSIM